

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕДНЫХ ГАЗОВ В ПГУ С ВЦГ

Перспективными способами повышения КПД ПГУ с внутрицикловой газификацией (ВЦГ) являются увеличение температуры рабочего тела перед газовой турбиной (ГТ), воздушная конверсия и использование горячей газоочистки. В настоящее время идут интенсивные разработки ведущих производителей ГТУ (*Mitsubishi* и другие), направленные на повышение температуры перед ГТ до 1500–1700 °С, в т.ч. при работе на синтез-газе воздушной конверсии, осуществляемой как в независимых промышленных установках (коксодоменное и конвертерное производство), так и в системах с ВЦГ.

Рассматривается способ сжигания бедного синтез-газа с пониженной температурой горения в высоконагретом цикловом воздухе, обеспечивающий подавление оксидов азота при росте эффективности комбинированного цикла с повышением начальной температуры до 1500–1700 °С.

В разрабатываемом варианте появляется возможность использования в качестве топлива низкокалорийных газов с  $Q_i^d = 1,5\text{--}5$  МДж/кг при сохранении остальных параметров ( $\text{CH}_4 < 1\%$  и  $\text{NH}_3 < 1000$  млн<sup>-1</sup>), но без использования пилотного топлива, форкамер и с максимальной температурой газов перед турбиной  $t_T$  до 1700 °С.

Модернизация технологии связана с использованием высоконагретого (800–1000 °С) циклового воздуха.

Было выполнено 15 поисковых исследований в программном пакете «Ansys», направленных на определение характеристик камеры сгорания, приводящих к получению оптимальных целевых параметров.

Расчет проведен для схем ПГУ на перспективные и достигнутые параметры.

Рассмотрены различные конфигурации камеры сгорания, способы подвода воздуха и топлива, углы крутки потоков. Моделировалась щелевая подача газа и первичного воздуха в торцевую часть кольцевой камеры сгорания; коллекторная подача первичного воздуха в поток синтез-газа, коллекторная подача синтез-газа в поток первичного воздуха. Подача вторичного воздуха осуществлялась во всех вариантах через наружную стенку камеры.

Выполненные поисковые исследования показали возможность сжигания синтез-газа в высоконагретом воздухе по двухступенчатой схеме и получения нормативных показателей на выходе из камеры сгорания за счет изменения конструктивных и режимных факторов камеры сгорания.

В результате моделирования в среде «Ansys» получена оптимальная компоновка раздаточной системы, которая обеспечивает неравномерность распре-

деления температур по выходному сечению камеры сгорания, близкую к необходимому – 12,4 %, низкие выбросы  $\text{NO}_x$  – 23 млн<sup>-1</sup>, приемлемую радиальную неравномерность температур – максимумы температур в прикорневой зоне и в верхней части лопаток первой ступени газовой турбины не наблюдаются.

В случае универсальной ПГУ с горячей сухой газоочисткой, при которой с топливом в камеру сгорания поступает аммиак, для подавления образования топливных оксидов азота необходимо применение двухступенчатой схемы сжигания.

Предложенное решение в сочетании с известными методами создаст реальную основу энергетического использования бедных газов различной природы с отказом от специальных устройств стабилизации пламени (форкамер), кинетических схем горения и с обеспечением экологичности сжигания. Перераспределение тепловой нагрузки с синтез-газа на дополнительно подогреваемый воздух явится эффективным способом снижения ограничений по количеству воздуха на охлаждение жаровой трубы и разбавление продуктов сгорания. По оценкам, выполненным в рамках НИР, воздуха будет достаточно для охлаждения газов перед ГТ до температуры 1700 °С.

УДК 697.34

Михайлов Н. Г., Грицук С. А.  
Уральский федеральный университет,  
mikhnl@inbox1.ru

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Проведение энергетических обследований систем теплоснабжения должно быть обязательной частью работ в области энергосбережения. Обследованиям подлежат источники тепла и воды, трубопроводные сети, потребители (жилые здания и сооружения). При проведении энергоаудита систем теплоснабжения города, района выясняются:

- структура построения системы, организационная структура, тип системы (открытая, закрытая);
- источники тепла (марки и количество котлов, их состояние, балансовая принадлежность источников, температурный график и график расхода теплоносителя, режимы эксплуатации, способ регулирования системы отопления в зависимости от температуры окружающей среды, способ и характеристики водоподготовки);
- общая тепловая нагрузка на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию, климатические характеристики и расчетная температура;
- тепловые сети (схемы теплотрасс, обеспеченность требуемых напоров у потребителя, состояние трубопроводов и их теплоизоляционных и антикоррозионных покрытий, наличие гидроизоляции, потери теплоносителя, аварий-